

Not: Ders notları açıktır.

Adı ve Soyadı:.....	No:.....	İmza:.....
Alınan Puanlar: 1.....2.....3.....4.....5.....6.....	Sınav sonucu.....	

SORU 1 (25 p).

Şekilde gösterilen levhanın her iki yüzeyi T_0 sıcaklığında olup, içerisine q_v şiddetinde üniform ısı üreten bir elektriksel direnç yerleştirilmiştir. Levha içerisindeki sıcaklık dağılımını veren denklemi türeterek, 'x' yönündeki en yüksek sıcaklığın levha merkezinde gerçekleşeceğini gösteriniz?

$$\frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{q_v}{k} = 0$$

şeklinde yazılır. Denklem bir kez integre edilirse;

$$\frac{dT}{dx} = -\frac{q_v}{k} x + c_1$$

ve bir kez daha integre edilirse sıcaklık dağılımı;

$$T(x) = -\frac{q_v}{2k} x^2 + c_1 x + c_2$$

şeklinde elde edilir. c_1 ve c_2 katsayıları sınır koşulları kullanılarak tespit edilir.

Sınır koşulları :

$$x = +L \Rightarrow T = T_s$$

$$x = -L \Rightarrow T = T_s$$

Bu sınır şartları kullanılarak ;

$$c_1 = 0 \text{ ve } c_2 = T_s + \frac{q_v}{2k} L^2$$

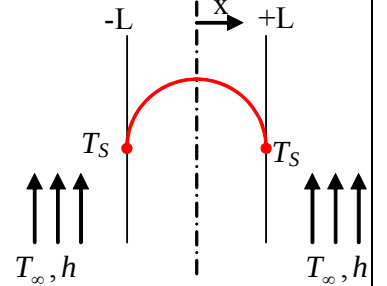
olarak hesaplanır. c_1 ve c_2 katsayıları $T(x)$ denkleminde yerine yazılırsa sıcaklık dağılımı;

$$T(x) = T_s + \frac{q_v}{2k} (L^2 - x^2)$$

Levha içerisindeki maksimum sıcaklık $T(x)$ denklemi matematiksel olarak incelenirse $x=0$ değerini aldığı anda $T(x)$ değerinin maksimum olacağı görülür. Yani maksimum sıcaklık merkezdedir.

$x=0$ yazılırsa

$$T(x=0) = T_{\max} = T_s + \frac{q_v}{2k} L^2 \text{ elde edilir.}$$



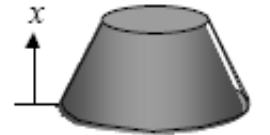
SORU 2 (25 p).

Aşağıdaki şekilde gösterilen sabit ısı iletim katsayısına (k) sahip paslanmaz çelik malzemeden yapılmış kesik koninin yüksekliği 'h', taban çapı D_0 ve 'x' yönünde çap değişimi ise $D(x) = (D_0 - x)$, olarak verilmektedir. Taban ve tavan yüzeylerinin sıcaklıkları sırasıyla T_1 ve T_2 ($T_1 > T_2$) olup; bu sıcaklık farkından dolayı sadece 'x' yönünde ve kararlı şartlarda bir ısı iletimi söz konusudur. Transfer edilen ısı miktarını veren denklemi türetilir?

$$A_x = \frac{\pi(D_0 - x)^2}{4}$$

$$q_x = -kA \frac{dT}{dx} = -k \frac{\pi(D_0 - x)^2}{4} \frac{dT}{dx}$$

$$\int_0^h \frac{q_x}{(D_0 - x)^2} dx = \int_{T_1}^{T_2} -\frac{k\pi}{4} dT \Rightarrow \frac{q_x}{D_0 - x} \Big|_0^h = -\frac{k\pi}{4} (T_2 - T_1) \Rightarrow q_x = -\frac{k\pi}{4} (T_2 - T_1) (D_0 - h)$$



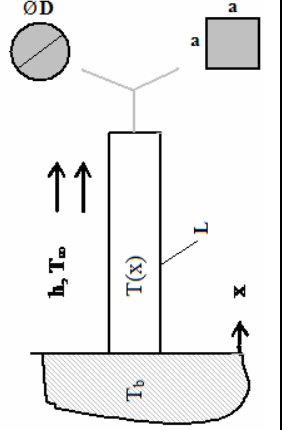
Not: Ders notları açıktır.

SORU 3 (25 p).

Şekilde gösterilen sabit kesitli kanatçığın bağlandığı tabanın sıcaklığının (T_b), kanatçık ucunda çevre havası sıcaklığına (T_∞) düşmesi istenmektedir. Kanatçık boyunca transfer edilen ısı miktarının eşit olması koşuluyla; çapı 'D' olan silindirik kesitli kanatçık yerine bir kenarı 'a' olan kare kesitli kanatçık kullanılması durumunda D/a oranı ne olmalıdır, belirleyiniz?

Sabit kesitli kanatçığın bağlandığı tabanın sıcaklığının (T_b), kanatçık ucunda çevre havası sıcaklığına (T_∞) düşmesi istendiğinden sonsuz uzunluktaki kanatçık olarak düşünülür.

$$\frac{q_k}{q_k} = \frac{(\pi/2)(hk)^{1/2} D^{3/2} \theta_b}{(hk)^{1/2} 2a^{3/2} \theta_b} \Rightarrow \frac{D}{a} = 1.17$$



SORU 4 (25 p).

Çapı 5cm ve olan bakır bir küre ($k= 386 \text{ W/mK}$, $\rho=8954 \text{ kg/m}^3$, ve $c_p=383 \text{ J/kgK}$), bir ısıtım fırınında 200°C üniform bir sıcaklıkta bekletildikten bir süre sonra, aniden 20°C sıcaklık ve $28 \text{ W/m}^2\text{K}$ ortalama taşınım katsayısı şartlarındaki bir akışkan ortamına bırakılıyor. Küre sıcaklığında her bir 75°C düşüşe karşılık gelen süreleri (küre sıcaklığının 125°C ve 50°C olması durumları) bularak, kıyaslayınız?

$$\frac{\theta}{\theta_i} = e^{-BiFo}$$

$$Bi = \frac{hLe}{k} = \frac{h(r/3)}{k} = \frac{(28)(5.10^{-2})}{(2)(3)(386)} = 6,04.10^{-4}$$

$$Fo = \frac{k}{\rho c_p} \frac{t}{(r/3)^2} = \frac{(386)}{(8954)(383)(2,5.10^{-2}/3)^2} = 1,62t$$

$T = 125^\circ\text{C}$ için

$$\frac{\theta}{\theta_i} = e^{-BiFo} \Rightarrow \frac{125 - 20}{200 - 20} = e^{(6,04.10^{-4})(1,62t)} \Rightarrow t = 550sn$$

$T = 75^\circ\text{C}$ için

$$\frac{\theta}{\theta_i} = e^{-BiFo} \Rightarrow \frac{75 - 20}{200 - 20} = e^{(6,04.10^{-4})(1,62t)} \Rightarrow t = 1831sn$$

BONUS SORU (10P). Adyabatik uçlu bir kanatçık için sıcaklık dağılımını veren ifadenin türetimi ders kitabında mevcuttur.